

EVALUASI SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH MENGGUNAKAN EPANET 2.0 (STUDI KASUS: PDAM TIRTA DHARMA CABANG BENGKALIS)

Prayoga Wiguna¹⁾, Jecky Asmura²⁾, David Andrio²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email: prayogawiguna93@gmail.com

Abstract

The Water Supply Company (PDAM) Tirta Dharma Bengkalis is a company engaged in the drinking water services, it is required to improve its service to the community in Bengkalis. The aim of this study were evaluating the existing condition of the distribution. The pressure condition of the distribution network still able to serve the needs of the service area with the residual pressure > 0.5 atm or 5 meters. From the Headloss condition, nothing criteria over the limit is above 10 m / km. Whereas for the speed condition of the distribution network, a lot of pipes do not meet the standard minimum criteria which is > 0.3 m / s, but not all the pipe need replacement especially for the main pipe with the consideration of the provision of sufficient pressure in case of the additional needs in the future. Based on the research finding, it needs preventive, so it can fulfill the future needs considering the increasing of the population that can not be avoided.

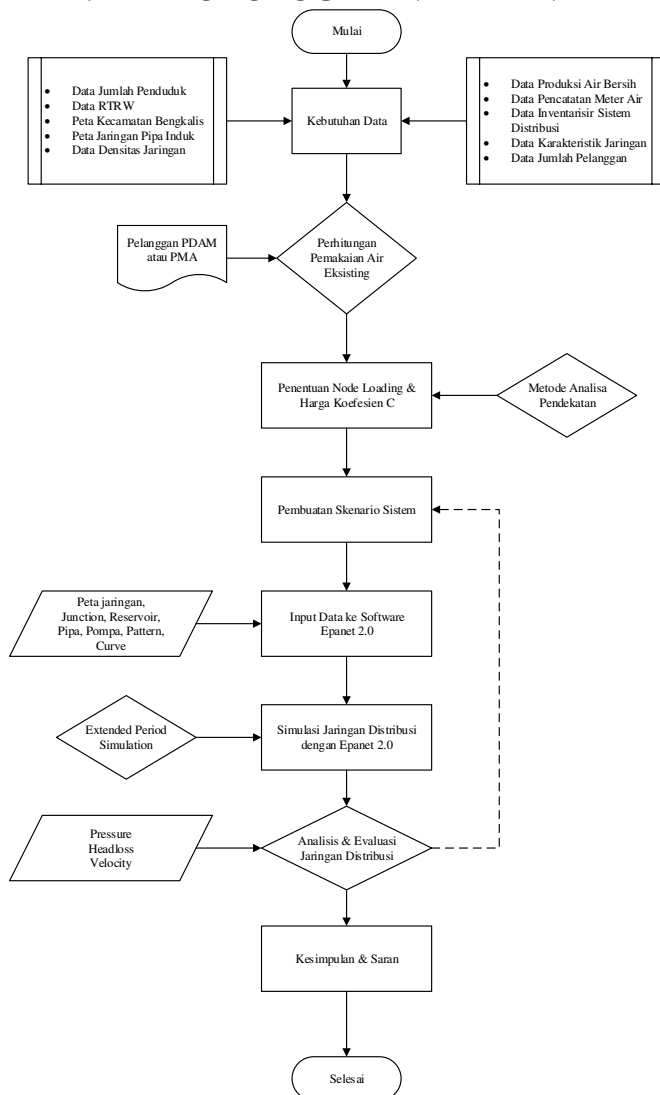
Keywords: Evaluation, Water Distribution System, Modeling, EPANET 2.0

A. PENDAHULUAN

Pelayanan air bersih di Kecamatan Bengkalis berada dibawah tanggung jawab PDAM Tirta Dharma Cabang Bengkalis. Hasil observasi dilapangan dan analisa data statistik yang didapat tingkat pelayanan PDAM Tirta Dharma Cabang Bengkalis saat ini mencapai $\pm 23\%$ dari jumlah penduduk Kecamatan Bengkalis atau $\pm 40\%$ terhadap penduduk daerah pelayanan pada tahun 2014. Tingkat pelayanan ini masih tergolong rendah karena belum mencapai target Millenium Development Goals (MDGs) 2015 yang salah tujuannya adalah pengurangan jumlah rumah tangga tanpa akses air minum yang layak dengan tingkat pelayanan 60% dari penduduk perkotaan dan/atau perdesaan (Masduqi, Endah, Soedjono, & Hadi, 2007). Hal ini akan menjadi sebuah permasalahan karena dengan peningkatan jumlah penduduk setiap tahun serta perkembangan wilayah akan menyebabkan pelayanan air bersih oleh PDAM menjadi kurang maksimal,

dimana penambahan jumlah pelanggan belum disertai dengan penambahan kapasitas penyediaan air bersih dan keterjangkauan jaringan distribusi (Masduqi, 2005). Dilain pihak, akses air minum yang ada saat ini juga belum dapat menjangkau seluruh penduduk Kecamatan Bengkalis karena belum sinerginya perencanaan dan penyelenggaraan pembangunan akses air minum sehingga pelayanan air minum yang ada belum memenuhi aspek 4K (Kuantitas, Kualitas, Kontinuitas, dan Keterjangkauan) (RPJMN 2015-2019). Sehingga untuk mengatasi masalah dan mencapai sasaran peningkatan pelayanan, maka dilakukanlah perbaikan infrastruktur yang salah satunya adalah dengan melakukan evaluasi terhadap sistem distribusi dengan tujuan mengetahui kemampuan sistem distribusi PDAM Tirta Dharma Cabang Bengkalis dalam usaha meningkatkan pelayanan.

B. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

Pada penelitian ini, analisa dilakukan dengan mengolah data-data yang telah diperoleh, meliputi:

1. **Perhitungan Pemakaian Air Eksisting**
Perhitungan pemakaian air eksisting menggunakan data jumlah pelanggan yang dilayani PDAM saat ini dan mengalikannya dengan standar kebutuhan air untuk kategori kota kecil yaitu kebutuhan air perorang sebesar 105 l/orang/hari (Triatmodjo, 2010), jumlah jiwa persambungan rumah 5 orang (Ditjen Cipta Karya, 2000), faktor harian maksimum sebesar 1,1 (Permen PU No 18 2007), faktor jam puncak 1,61 (Trifunović, 2006).

2. **Penentuan Node Loading & Harga Koefisien C**

Node dibuat dengan pedoman setiap ada percabangan pipa, penggantian atau perubahan diameter, dan setiap terdapat tapping (USAID, 2009) dalam perencanaan ini penentuan letak *node* berpedoman pada aturan tersebut, sedangkan konsumsi air untuk masing-masing *junction/node* dihitung berdasarkan besarnya konsumsi air setiap kelurahan/desa kemudian dipecah berdasarkan banyaknya node dalam desa tersebut sehingga diperoleh besarnya konsumsi air untuk masing-masing *junction/node*. Nilai kekasaran Hazen-Williams *CHW* untuk pipa HDPE adalah 140 - 150 (ASCE, 1992 dalam Hyde, 2005; Lin, 2007), sehingga digunakan nilai kekasaran 145.

3. **Pembuatan Skenario Sistem dan Jaringan Distribusi**
Simulasi dilakukan pada kondisi eksisting tanpa ada modifikasi seperti penambahan pompa, penambahan kapasitas distribusi, penggantian diameter pipa, dan lain-lain.
4. **Analisis dan Evaluasi Jaringan Distribusi**

Analisis dan evaluasi ditujukan kearah operasional sistem distribusi dalam penyelesaian masalah dari kondisi hidrolis yang mengalir dalam pipa.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. **Perhitungan Pemakaian Air Eksisting**

Tabel 1. Pemakaian Air Eksisting

Kelurahan	Jumlah Pelanggan	Pemakaian Air (l/hari)	Pemakaian Air (l/dtk)
Bengkalis Kota	1520	798.000	9,24
Pedekik	48	25.200	0,29
Damon	192	100.800	1,17
Wonosari	360	189.000	2,19
Kelapa Pati	511	268.275	3,11
Air Putih	41	21.525	0,25
Sungai Alam	74	38.850	0,45
Senggoro	697	365.925	4,24
Rimba	64	33.600	0,39

Kelurahan	Jumlah Pelanggan	Pemakaian Air (l/hari)	Pemakaian Air (l/dtk)
Sekampung			
Total	3.507	1.841.175	21,31

Sumber: Hasil Analisa Tahun 2015

2. Penentuan Node Loading (Kebutuhan Air per Node)

Tabel 2. Kebutuhan air pernode

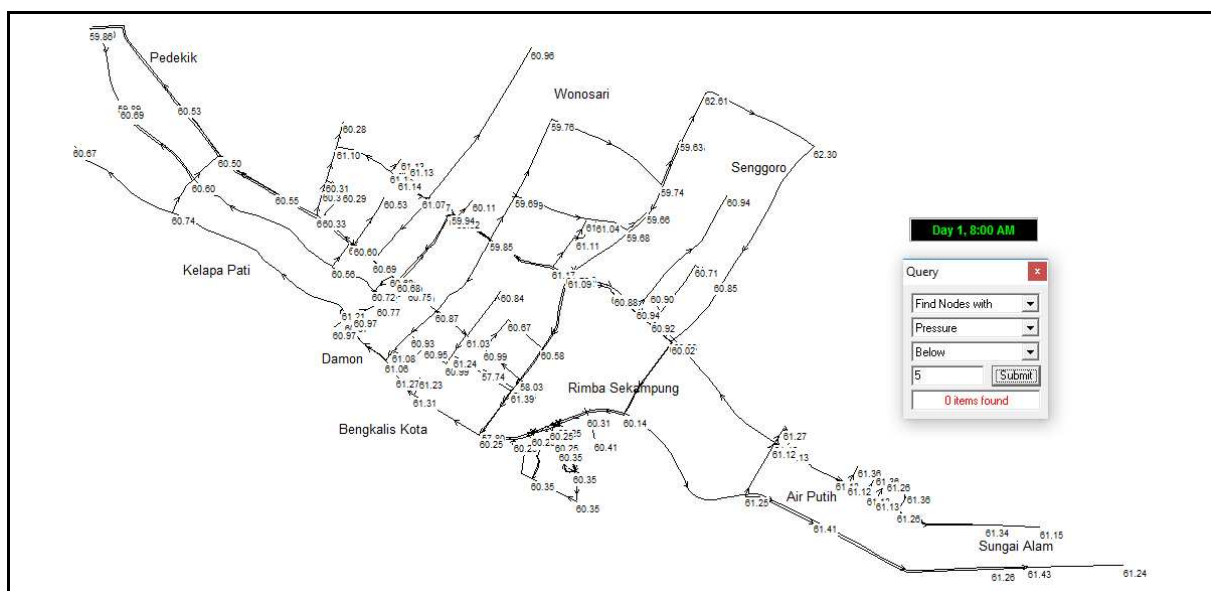
Kelurahan/Desa	Jumlah Node	Base Demand
Bengkalis Kota	27	0,34
Pedekik	2	0,15
Damon	9	0,13
Wonosari	25	0,09
Kelapa Pati	21	0,15
Air Putih	14	0,02
Sungai Alam	5	0,09
Senggoro	12	0,35
Rimba	20	0,02
Sekampung		

Sumber: Hasil Analisa Tahun 2015

3. Analisa kondisi eksisting

Berdasarkan data penjualan air PDAM pada bulan Januari s/d Desember 2014, rata-rata penjualan air sebesar 69.093 m³/bulan atau sebesar 26,65 liter/detik dan Januari hingga Oktober 2015 rata-rata sebesar 74.650 m³/bulan atau sebesar 28,8 liter/detik. Angka tersebut berbeda dengan jumlah

kapasitas air yang di distribusikan yaitu Januari s/d Desember 2014 rata-rata pendistribusian air sebesar 77.559 m³/bulan atau sebesar 29,92 liter/detik dan Januari s/d Oktober 2015 sebesar 88.126 m³/bulan atau sebesar 34,00 liter/detik. Untuk mengetahui besarnya tingkat kehilangan air dapat dilakukan dengan cara mencari selisih antara jumlah air yang didistribusikan dengan jumlah air yang terjual. Berdasarkan kapasitas tersebut maka rata-rata kehilangan air yang terjadi pada bulan Januari hingga Desember 2014 adalah $\pm 10,92\%$ dan Januari hingga Oktober 2015 $\pm 15,29\%$, sehingga hal ini sudah sesuai dengan batasan kehilangan air berdasarkan Instruksi Menteri Dalam Negeri No. 690-149 tentang usaha mengurangi kehilangan air dalam pengelolaan air minum di PDAM yaitu 20%. Untuk mengetahui kondisi hidrolis pada jaringan distribusi maka dilakukanlah simulasi dengan Epanet 2.0 terhadap kondisi eksisting dengan hasil sebagai berikut:

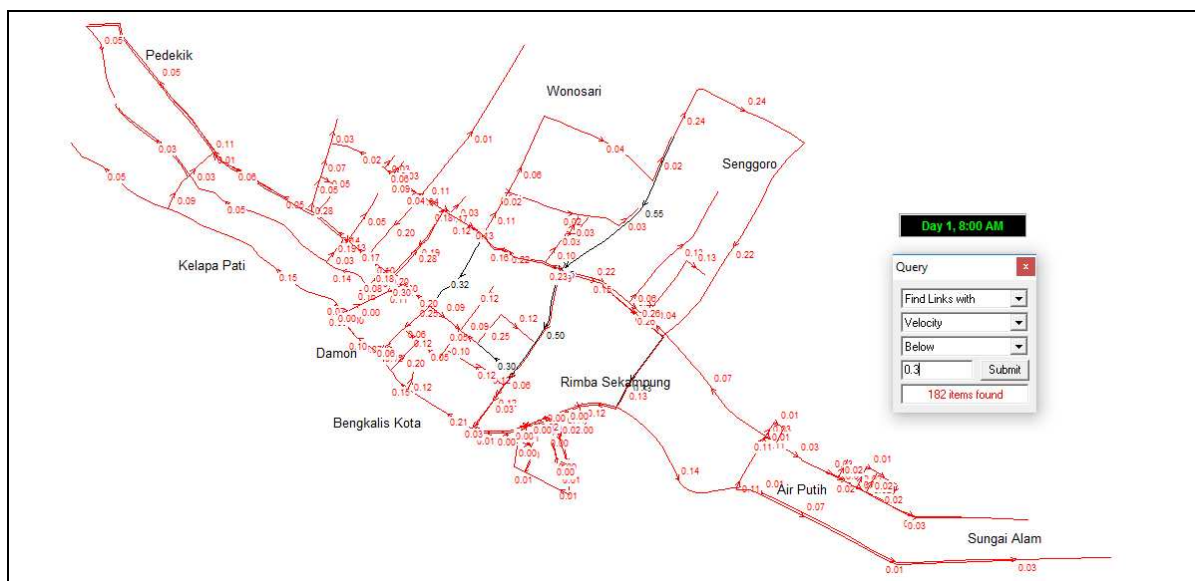


Gambar 2. Kondisi Tekanan Jaringan Distribusi Saat Jam Puncak (08.00)

Sumber: Simulasi Epanet 2.0

Dari hasil *running* yang dilakukan terhadap kondisi eksisting tanpa modifikasi pada jaringan, secara keseluruhan kondisi tekanan pada setiap *node* masih mencukupi untuk mendistribusikan air kepada seluruh pelanggan yang ditandai dengan tidak adanya *node* yang memiliki tekanan dibawah yaitu 5 m (sesuai kriteria). Pada simulasi kondisi eksisting ini juga terdapat perubahan yang terjadi pada setiap aliran dalam pipa. Perubahan yang terjadi adalah pada nilai debit aliran (*flow*), kecepatan aliran (*velocity*) dan nilai kehilangan energi (*headloss*). Perubahan yang pertama terjadi pada nilai aliran, perubahan tersebut sesuai dengan nilai *demand* yang ada pada setiap *node* yang merupakan kebutuhan pada titik pelayanan tersebut. Nilai debit aliran yang berubah, berpengaruh terhadap nilai kecepatan

aliran karena aliran tersebut mengalir pada luas penampang pipa yang tetap, sehingga semakin besar debit aliran maka semakin besar pula kecepatan aliran yang mengalir. Hal yang sama juga terjadi pada nilai kehilangan energi, semakin besar debit aliran semakin besar pula kehilangan energi yang terjadi. Kondisi aliran yang terjadi didasarkan pada kondisi pengaliran penuh, dengan kecepatan aliran rerata v (m/det) pada suatu penampang ditentukan berdasarkan debit aliran Q (l/det) di setiap luas penampang A (m²). Pada simulasi kondisi eksisting dilakukan dengan luas penampang pipa yang tetap sementara debit berubah setiap jamnya maka kecepatan aliran yang terjadi dalam setiap jamnya juga berubah. Untuk hasil simulasi kondisi headloss dan kecepatan aliran dalam pipa adalah sebagai berikut:



Gambar 3 Kondisi Kecepatan Jaringan Distribusi Saat Jam Puncak (08.00)

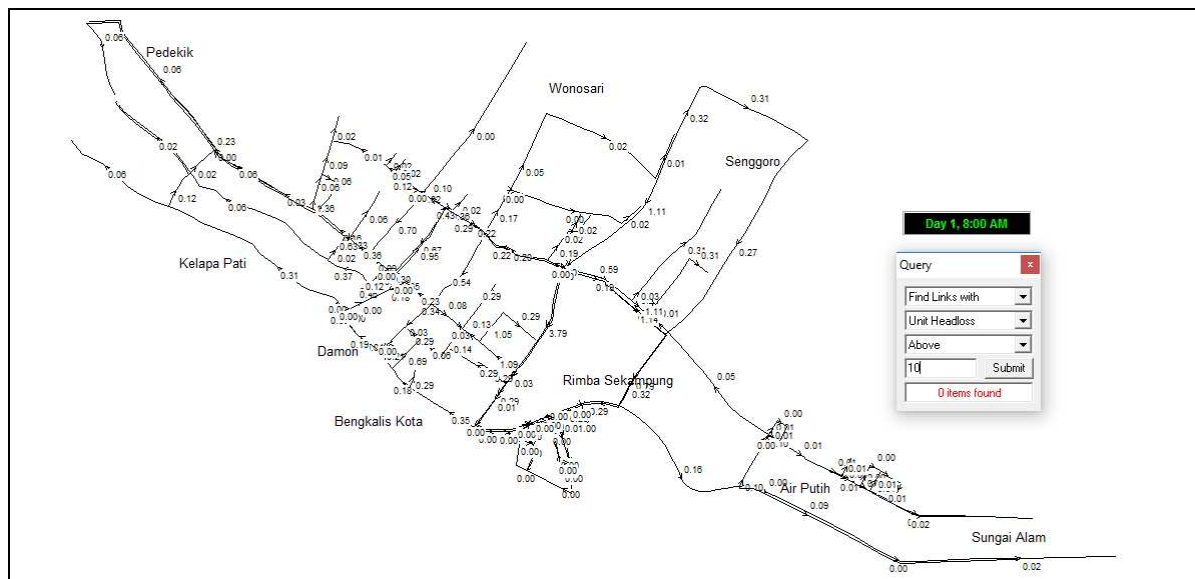
Sumber: Simulasi Epanet 2.0

Dilihat dari gambar 3, untuk kecepatan aliran, hampir semua pipa tidak memenuhi kriteria yaitu $> 0,3-0,6$ m/dtk (Permen PU No 18 2007), hal ini disebabkan kebutuhan air di wilayah pelayanan masih kecil terutama desa-desa dengan persentase pelayanan yang kecil sehingga debit aliran juga akan kecil, sementara diameter yang terpasang sangat besar dan menyebabkan nilai kecepatan menjadi kecil. Kecepatan

aliran yang terlalu lambat akan berpotensi menyebabkan terjadinya aliran laminar yang seharusnya dihindari untuk mencegah terjadinya sedimentasi dan waktu tinggal (*water age*) yang terlalu lama di dalam jaringan. yang dikonsumsi, diantaranya seperti air minum yang bau bahkan perasaan mual, muntah, dan gangguan pencernaan bagi yang mengonsumsinya. Dampak lain dari

kelebihan sisa klorin adalah potensi senyawa hasil sampingan yang disebut *Trihalomethane (THM)* yang bersifat karsinogenik (Amin, 2014). Waktu tinggal air di dalam jaringan merupakan factor yang berpengaruh terhadap kehilangan klorin (chlorine decay) di dalam jaringan pipa, yang artinya disini berhubungan dengan kualitas air. Kekurangan sisa klorin menyebabkan tidak terjaminnya kualitas air minum dari kontaminasi oleh

bakteri patogen, sedangkan kelebihan sisa klorin dapat memberikan efek samping terhadap kualitas air minum. Walaupun dari kriteria kecepatan banyak yang tidak memenuhi standar kriteria, tidak semua diameter pipa diperlukan penggantian diameter, terutama pada pipa utama/induk dengan pertimbangan penyediaan tekanan yang cukup apabila terjadi penambahan kebutuhan di masa yang akan datang.



Gambar 4 Kondisi Headloss Jaringan Distribusi Saat Jam Puncak (08.00)

Sumber: Simulasi Epanet 2.0

Dilihat dari gambar 4 didapatkan tidak ada headloss yang melewati kriteria yang ditentukan yaitu diatas 10 m/km (Trifunović, 2006).

D. KESIMPULAN

1. Persentase kehilangan air akibat kebocoran pipa di wilayah pelayanan adalah sebesar 15,29% sampai pada Oktober 2015, sehingga hal ini sudah sesuai dengan batasan kehilangan air berdasarkan Instruksi Menteri Dalam Negeri No. 690-149 tentang usaha mengurangi kehilangan air dalam pengelolaan air minum di PDAM yaitu 20%.
2. Berdasarkan simulasi dengan program EPANET 2.0 maka didapat hasil dari kondisi tekanan jaringan distribusi

eksisting secara keseluruhan masih mampu melayani kebutuhan masyarakat di daerah pelayanan, dari kondisi headloss tidak ada headloss yang melewati kriteria, sedangkan dari kondisi kecepatan jaringan distribusi eksisting banyak pipa yang tidak memenuhi standar kriteria yang layak. Walaupun dari kriteria kecepatan banyak yang tidak memenuhi standar kriteria, tidak semua diameter pipa diperlukan penggantian diameter untuk memenuhi kriteria tersebut, terutama pada pipa utama/induk dengan pertimbangan penyediaan tekanan yang cukup apabila terjadi penambahan kebutuhan di masa yang akan datang.

E. SARAN

1. Perlu adanya studi khusus mengenai pola pemakaian air untuk wilayah pelayanan PDAM Tirta Dharma Cabang Bengkalis atau Kecamatan Bengkalis.
2. Penggunaan perangkat lunak lain yang sejenis, namun berbayar (misalnya WaterGEMS) dapat digunakan untuk optimasi parameter hidraulika yang tidak disediakan oleh EPANET 2.0.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Al-Amin, M. (2014). Mengatasi Kehilangan Energi Primer Yang Berlebihan Pada Jaringan Pipa Distribusi Air Menggunakan Model Komputer Watergems. *Jurnal Seminar Nasional*, 41-49.
- Direktorat Jendral Cipta Karya. (2000). *Petunjuk Teknis Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan*. Jakarta: Dirjen Pekerjaan Umum.
- Hyde, N. (2005). *Computer Modeling of Water Distribution Systems, Manual of Water Supply Practices–M32, Second Edition*. American Water Works Association: Denver.
- Lin, S.H. (2007). *Water and Wastewater Calculations Manual, Second Edition*. New York: McGrawHill Book Co.
- Masduqi, A. (2005). Evaluasi dan Rencana Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih di Kecamatan Kota Waingapu Kabupaten Sumba Timur. *Jurnal Purifikasi*, 109-114.
- Masduqi, A., Endah, N., Soedjono, E. S., & Hadi, W. (2007). Capaian Pelayanan Air Bersih Perdesaan Sesuai Millennium Development Goals – Studi Kasus Di Wilayah DAS Brantas. *Jurnal Purifikasi*, 115-120.
- Menteri Pekerjaan Umum. (2007). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.
- PDAM Tirta Dharma Kabupaten Bengkalis. 2013. *Laporan Akhir Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RI-SPAM) Kabupaten Bengkalis Tahun 2013*. PDAM Tirta Dharma Corp.
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Trifunović, N. (2006). *Introduction to Urban Water Distribution, UNESCO-IHE Lecture Note Series*. London: Taylor and Francis.
- USAID, Modul Pelatihan WaterCAD. (2009). *Pelatihan Analisa Jaringan Menggunakan Software EPANET 2.0 dan Pengenalan Aplikasi Perangkat Lunak WaterCAD*.